



COMPLEJIDAD Y TRANSDISCIPLINARIDAD EN EL DISEÑO URBANO: INVESTIGACIÓN Y APRENDIZAJE-ENSEÑANZA

COMPLEXITY AND TRANSDISCIPLINARITY IN URBAN DESIGN: RESEARCH AND EDUCATION

Prof. Dr.-Ing. Arq. Rubén Andrés Bancrofft Hernández

Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría, ISPJAE, La Habana, Cuba.

Ruben.bancrofft@gmail.com

Abstract:

The Article is a written version of the Main Lecture held in the Closing Session of the Ibero-American Seminar about Interdiscipline in Urban Design carried out in San José de Costa Rica between 25th.- 30th. September 2013. Deal with some aspects of research and education in urban design, shown through the aspects of Complexity and Transdisciplinarity that characterizes the evolution of Science in the last decades.

The article begins dealing with the complex interactions among Nature, Society and Knowledge, essential to later understand the other parts of it. Then deals with the new conceptions about Science and Research that arose from the prior interactions. Transdisciplinarity as concept and method of research and education is the third analyzed aspect. Then there are presented three approaches to handle with transdisciplinary research: the Sensitivity Model of Frederic Vester, the free of charge Toolbox of the French Prospective under the academic leadership of Michael Godet and the Embedded Case Study Methods developed by Roland W. Scholz in the Federal Polytechnic Institute Eth in Zurich, as integration among University and Society. The last part deals with the influence of Complexity and Transdisciplinarity in the transformation of the universities and of its learning-teaching processes to face urban problems.

Key Words: Urban and Territorial Design, Interdisciplinarity and Transdisciplinarity, Working methods, Research, Learning-Teaching processes.

Resum

Aquest article és una versió de la conferència de cloenda, al seminari Iberoamericà sobre interdisciplinarietat en disseny urbà, San José de Costa Rica 25-30 de setembre de 2013. Mostra algunes peculiaritats d'investigació i formació en disseny urbà, vist a la llum dels enfocaments de transdisciplinarietat i complexitat que són caracteritzar l'evolució de la ciència en les últimes dècades. Mostren les complexes interaccions entre la natura, la societat i coneixement fonamental per entendre llavors la resta dels paquets, noves concepcions de la ciència i recerca derivada de les interaccions anteriors, la transdisciplinarietat com a concepte i mètode d'investigació i educació, el instrumental teoria i pràctica de recerca transdisciplinari desenvolupat per Frederic Vester (mètode de la sensibilitat), la Tolbox d'accés lliure desenvolupat pels francesos de l'escola prospectiva estratègicacadèmica impulsat per Michael Godet i mètodes per a l'estudi de casos integrat desenvolupat per Roland Prof. w. Scholz i aplicat a la Escola Politècnica Federal de Zuric com integració entre la Universitat i la societat. Acabar expressant alguns criteris sobre la transdisciplinarietat i el seu impacte sobre la Universitat i l'ensenyament-aprenentatge per gestionar els problemes urbans.

Paraules clau: disseny urbà i territorial, interdisciplinarietat i transdisciplinarietat, mètodes de treball, recerca, docència i processos d'aprenentatge.

Resumen

El presente artículo es una versión de la Conferencia Magistral de cierre, dictada en el Seminario Iberoamericano sobre Interdisciplina en el Diseño Urbano, San José de Costa Rica 25 - 30 Septiembre 2013. Muestra algunas particularidades de la Investigación y la educación en diseño urbano, vistas a la luz de los enfoques sobre Complejidad y Transdisciplinaridad que están caracterizando la evolución de la ciencia en las últimas décadas. Se muestran las interacciones complejas entre Naturaleza, Sociedad y Conocimiento, base indispensable para comprender después el resto de los paquetes, las nuevas concepciones sobre Ciencia e Investigación derivadas de las interacciones antes expuestas, la Transdisciplinaridad como concepto y método de investigación y educación, el instrumental teórico-práctico para realizar la Investigación Transdisciplinaria desarrollado por Frederic Vester (Método de Sensitividad), la Tolbox de libre acceso desarrollada por la escuela francesa de la Prospectiva Estratégica, liderada académicamente por Michael Godet y los Métodos para el Estudio de Casos Integrados desarrollados por el Prof. Roland w. Scholz y aplicados en la Escuela Politécnica Federal de Zúrich, como integración entre Universidad y Sociedad. Termina expresando algunos criterios sobre la Transdisciplinaridad y su impacto en la Universidad y el Aprendizaje-Enseñanza para manejar problemas urbanos.

Palabras claves: Diseño territorial y urbano, Interdisciplina y Transdisciplinaridad, Métodos de trabajo, Investigación, Procesos de Enseñanza-aprendizaje.

Introducción

El presente artículo es una versión de la Conferencia Magistral de cierre, dictada en el Seminario Iberoamericano sobre Interdisciplina en el Diseño Urbano, que fuera realizado en San José de Costa Rica entre los días 25 y 30 de Septiembre del 2013, organizado por la Red PAUDO (Public Art and Urban Design Observatory) que coordina la Universidad de Barcelona¹. Se pretende poner de manifiesto algunas particularidades de la Investigación y la educación en diseño urbano, vistas a la luz de los enfoques sobre Complejidad y Transdisciplinaridad que están caracterizando el desarrollo de la ciencia en las últimas décadas. Esta comunicación es oportuna en un evento que se ocupa de la interdisciplina, pudiendo contribuir al enriquecimiento conceptual y práctico de las acciones que al respecto se ejecutan por parte del Observatorio de Arte Público y Diseño urbano.

Se tratarán cinco paquetes de información a lo largo del artículo: Las interacciones complejas entre naturaleza, sociedad y conocimiento, base indispensable para comprender después el resto de los paquetes; Las nuevas concepciones sobre Ciencia e Investigación derivadas de la Complejidad, o sea, de las interacciones antes expuestas; La Transdisciplinaridad como concepto y método de investigación y educación, que tiene mucho que ver con el concepto de interdisciplina que se está tratando; El instrumental teórico-práctico para realizar la Investigación Transdisciplinaria y Algunos criterios sobre La Universidad y la Educación transdisciplinarias.

1. Las Interacciones complejas entre naturaleza, sociedad y conocimiento

Existe falta de coordinación y cohesión en el planeta en relación con los diferentes elementos que lo componen. Una trilogía importante para entender a la Sociedad es verla en su interacción con la Naturaleza, madre de todo el desarrollo humano y con el Conocimiento, aunque muchas veces la misma no sea aun reconocida como tal por importantes sectores de poder y educación. Uno de los pensadores, de los muchos que hay ya, que han aportado pautas importantes para entender este asunto fue el Profesor Frederick Vester, de Alemania. Él señalaba que “Una de las principales razones de la crisis de nuestra sociedad industrial radica en la falta de conciencia de los factores estrechamente interrelacionados que están involucrados en el proceso de nuestra civilización. Aunque conocemos que nuestro mundo es un sistema muy entretelado, la aplicación de este conocimiento en las prácticas económicas, políticas, industriales y de planeamiento aun no ha tenido lugar. Esta situación requiere de una nueva, sistémica, manera de pensar.”²

Otro importante pensador de la Complejidad, que ha hecho muy significativos aportes es el Profesor francés Edgar Morin (2002). Entre muchas otras importantes ideas él señala que “...las especializaciones en todos los sectores económicos del trabajo y del pensamiento también, encierran a los seres humanos en actividades fragmentadas, aisladas y donde se pierde el sentido de la realidad común en la cual nosotros estamos incluidos...”³.

Al respecto de lo anterior y hablando del Pensamiento Complejo Morin expresa que “es indispensable complementar el pensamiento que aísla con un pensamiento que relacione o una. Esto quiere decir que en oposición al modo de pensar tradicional,

que divide el campo de los conocimientos en disciplinas atrincheradas y clasificadas, el pensamiento complejo es un modo de religación. El pensamiento complejo trata de vincular y de distinguir pero sin desunir”.⁴

Al respecto señala Federico Mayor en el citado prologo que...“Debemos reconsiderar la organización de conocimiento. Para ello debemos derribar las barreras tradicionales entre las disciplinas y concebir la manera de volver a unir lo que hasta ahora ha estado separado.”⁵ Que es lo que se ha estado haciendo en este Seminario, fundamentalmente de manera práctica.

O sea que hay que enfrentarse a una nueva visión de las relaciones entre Naturaleza y Sociedad, y tratar de ver los componentes de este proceso sobre bases epistemológicas diferentes. Al respecto de los anteriores asuntos el autor propone en el Gráfico 1 un Modelo o esquema en el cual la Sociedad, subordinada a la Naturaleza se observa como marco de la Organización Social, el llamado Medio Ambiente y de las relaciones sistémicas entre el Todo y sus Partes, a este nivel macro.

El asunto del pensamiento sistémico, de la complejidad desde las posiciones de la Filosofía hacia todos los campos de la vida humana, ha sido manejado por muy diferentes autores, todos los cuales han realizado importantes aportes en diferentes direcciones del conocimiento. Algunos científicos originales del Pensamiento Sistémico del siglo XX, con los que el autor del presente trabajo más se ha confrontado son: Gregory Bateson, Norbert Weiner, Heinz von Foerster, Ross Ashby, Stafford Beer, Gordon Pask, Russell Ackoff, Jay Forrester, Geoffrey Vickers, Peter Checkland, John Warfield, Humberto Maturana, Francisco Varela, Frederic Vester, Fritjof Capra, Edgar Morin, Peter Senge, Sim Van der Ryn y Roland Scholz.



Gráfico 1 Modelo de relaciones entre Naturaleza y Sociedad

2. .Las nuevas concepciones sobre ciencia e investigación derivadas de la complejidad

Lo expresado en el acápite anterior lleva a una nueva concepción acerca de la Ciencia y consecuentemente, acerca de la Investigación. Las primeras ideas al respecto se explicarán fundamentalmente a partir de lo expresado al respecto en un Manual de Economía Ecológica⁶ que se publicó en Chile en 1998, por Saar Van Hauwermeiren, una científica belga, quien estuvo trabajando para el Instituto de Economía Ecológica de dicho país. Se trata de una excelente publicación introductoria, que permite a los neófitos en estos temas adentrarse de una manera muy didáctica en esta cuestión nueva de ver el mundo de otra manera.

A los efectos del asunto que se trata es conveniente comenzar la lectura del libro por el Capítulo 10 y último porque aunque está al final del libro, un poco como resumen, este es el capítulo donde se expresan la mayor cantidad de criterios globales acerca de cómo la ciencia está cambiando. De dicho capítulo se citarán a continuación diferentes partes que explican muy bien lo que se trata. Toda la argumentación está basada en un conjunto de trabajos publicados por ambos autores en los 90⁷.

Los mencionados autores plantean que.... *“La ciencia evoluciona en la medida en que es capaz de responder a los principales desafíos de cada época (...). En respuesta, ya se están desarrollando nuevos estilos de actividad científica. Así, se están superando las oposiciones tradicionales entre disciplinas pertenecientes al campo de las ciencias "naturales" y "sociales", o entre ciencias "duras" y "blandas". La cosmovisión reduccionista analítica, que divide los sistemas en elementos cada vez más pequeños, que son estudiados por especialidades cada vez más esotéricas, es reemplazada por un enfoque sistémico, sintético y humanístico. Reconocer los sistemas naturales reales como complejos como complejos y dinámicos, implica moverse hacia una ciencia cuya base es la impredecibilidad, el control incompleto y una pluralidad de perspectivas legítimas”*. págs. 249 y 250. De hecho se trata de lo mismo que han planteado Morín y otros.

Funtowicz y Ravets reconocen tres tipos de ciencias, la Ciencia Normal, la Consultoría Profesional y la Ciencia Postnormal:

A la ciencia moderna occidental, la que hoy conocemos como Ciencia, ellos le llaman **la Ciencia Normal**. Ella... *“se basa hasta hoy día, en la posibilidad de simplificar lo complejo a través de la especialización disciplinaria. Se puede decir que esta ciencia descansa, tanto en una cosmovisión reduccionista y analítica, como en la especialización y en la división de los sistemas en objetos de estudio cada vez más circunscritos y pequeños”*.

La **Consultoría Profesional** tiene que ver con la integración de conocimientos entre diferentes disciplinas para llegar a un producto que no siempre es científico. Según Funtowicz y Ravetz *“...trata problemas para los cuales la incertidumbre o el aspecto valórico comienzan a ser importantes. Como no hay una solución única, la solución debe ser negociada con el cliente, como es el caso para las profesiones de la medicina, la ingeniería, la arquitectura, etc”*. Se busca un acuerdo entre partes para llegar a una solución de compromiso o consenso.

La Ciencia Postnormal debe liderar en lo adelante los procesos de solución de problemas de la Sociedad. Según los autores citados... *"Cuando se trata del estudio de fenómenos en los que el aspecto de incertidumbre es considerable y además lo que se pone en juego es muy significativo para la sociedad, entramos en el campo de la ciencia postnormal. Los análisis de riesgo en muchas cuestiones de ecología, como por ejemplo respecto al efecto invernadero, a los peligros de la energía nuclear o a los imponderables de la biotecnología, implican incertidumbres que no pueden ser controladas y que se dan un contexto social cargado de valoraciones.(...) ...El modelo para la argumentación científica ya no es la deducción formalizada, sino el diálogo interactivo. El método de esta nueva ciencia es ir hacia una simplificación de la complejidad, pero con una perspectiva en que la incertidumbre es irreducible y en la cual se debe reconocer la ignorancia cuando ésta existe."* Págs. 251 y 253.

Más adelante señalan que *"En la ciencia postnormal se ha pasado de una epistemología en la cual la verdad era validada por una comunidad restringida de expertos, a una epistemología de carácter político, en la cual "todos los actores sociales interesados, tienen algo importante que decir sobre el objeto y el producto de la ciencia", constituyéndose de hecho en una comunidad extendida de pares. La Ciencia Postnormal supone una discusión en un plano de igualdad sobre los problemas tecnológicos o ecológicos entre científicos y personas interesadas que pueden ser expertos o no, en el tema en discusión.* Es importante destacar que casi 14 años después, en un Manual sobre Investigación Transdisciplinaria, que reúne importantes trabajos realizados con posterioridad en relación con la evolución de la ciencia, los mismos autores ratifican de hecho sus concepciones iniciales⁸.

3. La transdisciplinariedad como concepto y método de investigación y educación

Transdisciplinariedad como concepto establecido comenzó a perfilarse en la literatura científica de manera significativa en el año 2000, cuando se realizó en Zúrich una Conferencia Internacional sobre Transdisciplinariedad en la que participaron cerca de 800 científicos de 50 países. Los resultados fueron recogidos en el 2002 en un libro⁹ cuyo título explicó sus intenciones. A partir de ahí se multiplicaron las contribuciones al respecto.

Aunque hay autores que están trabajando estos conceptos de una manera más elaborada a los efectos del presente artículo se utilizarán algunos pensamientos del mencionado libro para tratar de explicarlos. Se declara que *"La Investigación Transdisciplinaria es un tipo adicional de investigación y coexiste con la investigación tradicional monodisciplinaria.....que es una vía para incrementar el potencial no realizado de la ciencia y consecuentemente su efectividad"* y que *"El aprendizaje mutuo es el proceso básico de intercambio, generación e integración del conocimiento existente o de nuevo desarrollo en diferentes partes de la ciencia o la sociedad..."*

Al respecto de las características de los investigadores transdisciplinarios se señaló que *"...los científicos transdisciplinarios de éxito son conmutadores extra-fronteras en diferentes mundos del conocimiento y la experiencia....poseen fuertes competencias disciplinarias, gratifican la acción interdisciplinaria e intercultural, son flexibles frente a diferentes contextos y cooperaciones, se caracterizan por tener buenas habilidades de gestión, le atribuyen la misma importancia a comunicar sus*

resultados científicos tanto en un lenguaje especializado como corriente, reflexionan críticamente sobre la relevancia social y política del trabajo científico y asumen responsabilidad por la puesta en práctica de los aspectos científicos. Por último y por eso no menos importante, valoran altamente el coraje y la disposición para asumir riesgos.”

En el Gráfico 2, también tomado del mencionado Manual, se observa la ubicación de la investigación transdisciplinaria en los diferentes campos en los que se divide la investigación en general.

Se considera significativo cerrar este acápite con un planteo realizado en la página cuatro del libro de referencia, donde se declara que **“La palabra clave del futuro es sustentabilidad y la transdisciplinariedad es una de las principales herramientas para alcanzarlas”**. Hasta aquí las citas del mencionado libro.

El desarrollo futuro de cualquier sector del desarrollo social hay que integrar lo logrado la Universidad con lo de la Sociedad, con lo que piensan diferentes sectores como el de la Cultura y el Arte y con lo que quiere la Gente Común, entre otros aspectos.

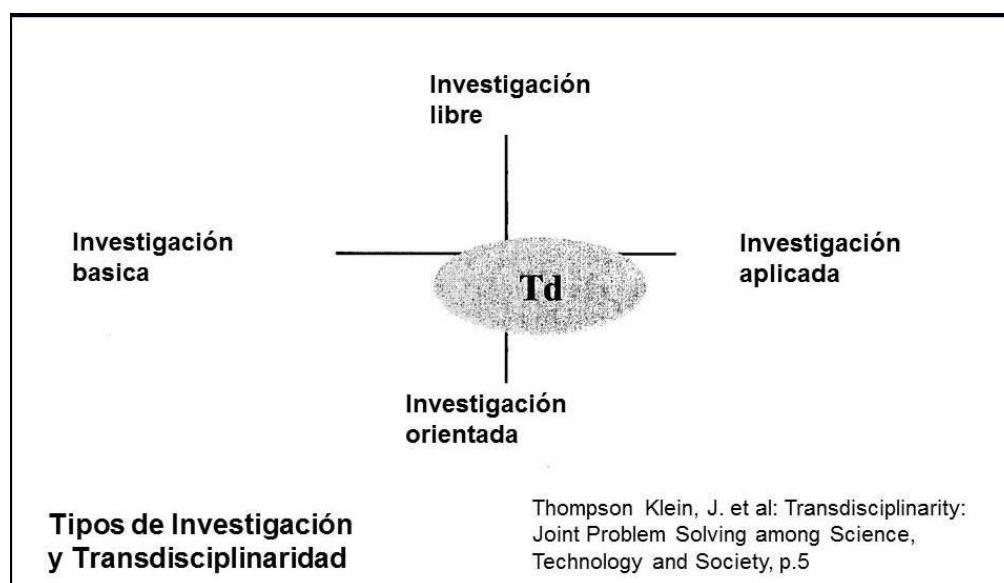


Gráfico 2 Tipos de investigación y transdisciplinariedad (TOMADO DE THOMPSON, K. ET AL.)

A efectos de profundizaciones, ampliaciones y colaboraciones es conveniente consultar el excelente Manual de Investigación Transdisciplinaria ya referido, en el que un conjunto de autores están reportando sobre sus experiencias desde diferentes áreas del conocimiento, en este nuevo campo de investigación.

Se perfecciona el trabajo alrededor de la problemática. En 2012 se creó una red internacional para la Interdisciplina y la Transdisciplinariedad, **i n i t (International Network for Interdisciplinarity & Transdisciplinarity)**, que amplía el trabajo internacional al respecto de lo tratado. Está formada por tres instituciones, dos de los Estados Unidos, la **Asociación para Estudios Integrativos AIS, ([Association for Integrative Studies](#))**, y el Centro para el Estudio de la Interdisciplinariedad, **CSID, ([Center for the Study of Interdisciplinarity](#))** y una europea, la **Red de Transdisciplinariedad td-net**, con sede en Suiza, ([Transdisciplinarity-Net](#)).

4. El instrumental teórico-práctico para realizar la investigación transdisciplinaria.

Se dará información acerca de tres enfoques para materializar la investigación transdisciplinaria y se profundizará en el último, debido a que, él mismo, es el más paradigmático acerca de cómo trabajar al respecto la interfase entre la Universidad y la Sociedad.

Enfoque Biocibernético del Prof. Frederic Vester para investigar problemas complejos

El Prof. Vester desarrolló el llamado Modelo de Sensitividad (Sensitivity Model)¹⁰, como una herramienta sistémica computarizada, utilizable mediante licencia, para el manejo de problemas complejos.

El Modelo parte de considerar la insuficiencia de los modos actuales de enfocar la solución de problemas, las cuales son a su criterio las siguientes:

Primero: faltan instrumentos para chequear la integridad del sistema en cuestión de modo que la elección de los componentes investigados en sus relaciones es arbitraria.

Segundo: el foco descansa a menudo en el aspecto meramente cuantitativo de los componentes, lo que conduce a una enorme cantidad de variables en vez de enfocar las relaciones entre los elementos claves y por lo tanto, adquiriendo un entendimiento de la dinámica del sistema con unos pocos parámetros estructurantes.

Tercero: la misma tendencia a la cuantificación evita la introducción de variables cualitativas tales como atraktividad, imagen, motivación, flexibilidad y con ello, eliminando importantes partes del sistema y de su mutua influencia. La introducción de la lógica difusa y los paquetes difusos desde el propio inicio de la investigación ha ayudado mucho a resolver este tercer problema así como el cuarto.

Cuarto: los algoritmos usados para simulación están a menudo escondidos detrás de funciones matemáticas y ecuaciones diferenciales que parecen sofisticadas pero que no existen en la realidad. Como es el caso en sistemas complejos y abiertos muchas relaciones son no lineales con cortes y valores de rango, lo que no puede ser descrito por una curva neta de una función general”¹¹

El Modelo de Sensitividad, comercializado después de la muerte de Vester por el Centro de Management Malik¹², de Suiza, desarrolla en nueve pasos el proceso de trabajo. Parte “...del proceso de obtención de información y de reducción de la misma hasta obtener los parámetros claves relevantes del sistema que lo

modelarán. Mediante herramientas especialmente desarrolladas, al usuario se le permitirá construir, visualizar y analizar la dinámica cibernética en un diagrama interactivo del sistema completo. Enfocando aspectos particulares, se desarrollan subsistemas de nichos de interés especial sobre el efecto global del sistema. Estos escenarios parciales son simulados para explicar la dinámica y significado de los ciclos de retroalimentación que se definieron en las etapas anteriores. Una base de datos relacional apoya la realización de continuas modificaciones del proceso completo. La verificación final de las comprobaciones sobre política y la validación de las medidas propuestas están basadas en la aplicación de un juego de reglas biocibernéticas para la sostenibilidad y viabilidad a largo plazo del sistema en estudio. Estos nueve pasos conducen interactivamente a disponer de una herramienta de trabajo permanentemente interactiva que puede ser fácilmente entendida, visualmente y con explicaciones propias por personal no experto. Las herramientas sistémicas del Modelo hacen asequibles al cerebro humano la obtención y evaluación de sistemas complejos mediante la visualización y uso del enfoque lingüístico de la lógica difusa.”¹³

Su último libro “El Arte de pensar interrelacionadamente”¹⁴ fue adoptado como un Reporte del Club de Roma, del cual era miembro. En él Vester trató de resumir su enfoque biocibernético para manejar la complejidad y la experiencia obtenida aplicando el modelo en diferentes campos tales como planeamiento ambiental, regional y urbano y del tráfico.

La Prospectiva Estratégica Francesa

La Escuela Francesa de Prospectiva, formada por el Laboratorio de Investigación en Prospectiva, Estrategia y Organización, LIPSOR; el Instituto de Innovación Informática para la Empresa, 3IE y la Escuela para la Informática y Técnicas Avanzadas, EPITA, ha creado y divulga gratuitamente una caja de Herramientas o „Toolbox“ para la prospectiva estratégica.

Michel Godet en su Manual de Prospectiva Estratégica¹⁵ precisa que...*los útiles de la prospectiva no pretenden servir a cálculos científicos.... Se trata únicamente de apreciar de la forma más objetiva posible las múltiples realidades desconocidas. Acota que...” El uso de estos métodos está inspirado por un deseo de mantener el rigor intelectual especialmente para ser capaces de plantear las buenas preguntas (pertinencia) y reducir las incoherencias en el razonamiento”. La “...caja de herramientas de la prospectiva estratégica (fue creada) en función de una tipología de problemas: iniciar y simular el conjunto del proceso de la prospectiva estratégica, proponer las buenas preguntas e identificar las variables clave, analizar el juego de actores, balizar el campo de los posibles y reducir la incertidumbre, establecer el diagnóstico completo de la empresa frente a su entorno, identificar y evaluar las elecciones y opciones estratégicas.”*

Las herramientas desarrolladas son MICMAC, análisis estructural para identificar variables clave; MACTOR, para el análisis de las estrategias de actores, MORPHOL, para señalar el campo de lo posible y reducir la incertidumbre, SMIC PROB-EXPERT para determinar impactos cruzados probabilísticos y MULTIPOL, para definir criterios y políticas múltiples.

Metodología para el Estudio de Casos Integrados del Prof. Roland Scholz

Se presentará un ejemplo de ya larga vida para el manejo de la Transdisciplinariedad desde la Universidad. En Escuela Politécnica Federal de Zúrich, la más importante de Suiza y una de las más importantes de Europa, existe el Departamento de Ciencia de los Sistemas Ambientales, estructurado con un enfoque sistémico que se refleja en sus dependencias y que integra las actividades de investigación y docencia. En el mismo existe entre otros, el Instituto para las Decisiones Ambientales, que cuenta con un Grupo para el manejo de la Interfase entre las Ciencias Naturales y Sociales. En este grupo existe el llamado Laboratorio de Transdisciplinariedad el cual instrumentó desde 1994 bajo la denominación de Estudio de Casos Integrados, (Embedded Case Studies), y bajo su dirección, la metodología desarrollada por él a lo largo de muchos años y expuesta en el libro del mismo nombre.¹⁶

En el Programa de Maestría sobre Ciencias Ambientales¹⁷, se enseñan los fundamentos científicos para un análisis integral de los sistemas ambientales y los estudiantes aprenden a analizar problemas y a desarrollar, evaluar e implementar soluciones. Los estudiantes trabajan integrados en equipos, en casos específicos durante un periodo de seis meses, en los que se aplica la Metodología de los Casos Integrados de Estudio, enfocados para resolver problemas de gran complejidad de la vida real, tutorados por los docentes del Laboratorio y doctorantes, postdoctorantes o investigadores principales, propios o invitados, en el marco de los programas de trabajo científico vinculados a los temas en desarrollo. Se trata de una eficiente pirámide de trabajo científico. Participan en los equipos de casos los inversionistas e instituciones interesados en el problema a resolver y otros actores implicados.

El Gráfico 3 muestra la estructura de trabajo del caso acometido en 1996 para estudiar el desarrollo del centro Norte de la Ciudad de Zúrich.

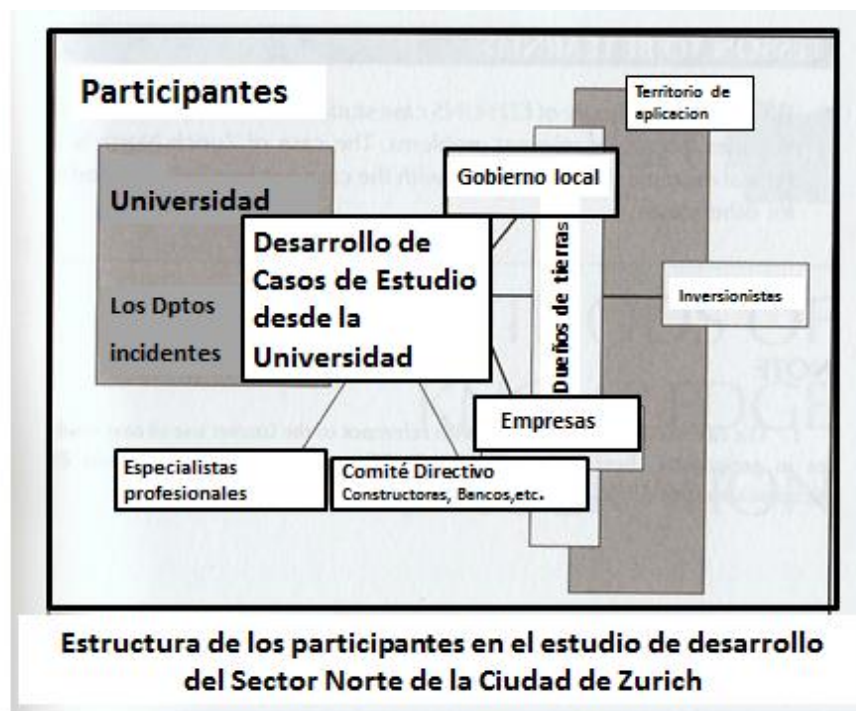


Gráfico 3 Estructuras de actores en un caso integrado de estudio

En términos conceptuales la metodología desarrollada incorpora como núcleo básico de trabajo las últimas concepciones de enfoque sistémico y de ciencia transdisciplinaria para enfrentar la solución de casos muy complejos en diverso campos del desarrollo social.

Según Scholz, los casos de investigación en los cuales existen problemas a resolver insuficientemente definidos, posibles soluciones desconocidas, desconocimiento de las dificultades a superar y de los posibles métodos a utilizar, son generalmente casos complejos **en los cuales es necesario integrar diferentes tipos de información y métodos para encontrar soluciones**. Estos casos son generalmente singulares. El Gráfico 4 muestra resumidamente los tres aspectos a integrar en los estudios de casos.



Gráfico 4 Aspectos que se consideran en los casos intergrados de estudio

Las situaciones a enfrentar para resolver problemas complejos son las siguientes:

A Se conocen el problema a resolver, la solución que se desea alcanzar y los métodos a utilizar

B Se conocen el problema a resolver y la solución que se desea alcanzar pero no exactamente los métodos a utilizar, ni las dificultades a encontrar en el camino

*C Los problemas y las posibles soluciones son desconocidas. Existe también desconocimiento de las dificultades a superar y de los posibles métodos a utilizar”.*¹⁸

La Metodología utiliza las fortalezas del enfoque en sistema **a fin de aplicar métodos que permiten un tratamiento científico de casos complejos** de forma tal que sean reconocidos por la comunidad científica que utiliza métodos cuantitativos de investigación. **Clasifica los tipos de conocimientos existentes en los seres**

humanos como disciplinarios, de sistemas, de modos de pensar y de intereses humanos, los que para ser integrados de una manera multidimensional requieren de las correspondientes integraciones. La mayoría de los casos de estudio requieren la integración y síntesis de información y conocimiento de varias disciplinas y fuentes, científicas o no.

La evaluación integrativa es un componente decisivo de un caso de estudio, que debe ser realizado en equipos multidisciplinarios y representativos de los tipos de conocimientos y modos de pensar de los actores implicados. La metodología del cubre la brecha entre los enfoques cualitativos y cuantitativos que se utilizan para resolver problemas complejos, enfatizando que un análisis cualitativo que parta del mundo real es parte indispensable de un análisis de caso. La Tabla 1 muestra un resumen del autor que muestra los tipos de casos a resolver y las herramientas a emplear.

Casos a resolver y herramientas a utilizar	
Que variables son cruciales para determinar el estado de un caso o sistema y para su transformación Que puede ser? Que debería ser? Que puede suceder?	Análisis formación de escenarios
Cuales son las variables mas decisivas en una dinámica acotada o temporal? Que resultados producen la interacción dinámica entre las variables?	Análisis dinámico de sistemas
Cuales son los flujos materiales críticos del problema o caso? Cuales son las fuentes y destinos del sistema	Análisis de flujos materiales
Como pueden integrarse diferentes criterios de evaluación? Cuales percepciones erróneas son comunes o inherentes a una evaluación integral?	Integración de multi-atributos
Determinación de las alternativas menos riesgosas Selección de las mejores alternativas contra riesgos a partir de una evaluación dada	Manejo integrado de riesgos
Como se puede evaluar la calidad bio-ecológica de un sitio?	Análisis de potenciales bioecológicos
Que causa los conflictos entre los principales agentes o actores que inciden en el problema? Cuales son las percepciones incorrectas que tienen los agentes del caso? Como se pueden obtener soluciones optimas tipo Pareto?	Mediación y negociación Solución de conflictos
Que ideas pueden orientar hacia el logro de lo que puede ser y lo que debe ser?	Talleres de futuro
Como puedo optimizar el trabajo de equipo para mejorar el proceso de síntesis? Como puedo encontrar el mejor método para sintetizar los resultados del caso	Moderación de síntesis
Como se ve el problema desde la perspectiva de un miembro del caso de estudio?	Encuentros para conocer los casos

Tabla 1 Casos a resolver y herramientas a utilizar según Scholz

Desde el inicio de esta modalidad de trabajo en 1994 y hasta el 2013, se han realizado 20 Estudios de Caso, uno por año, los cuales han estudiado los siguientes problemas: Desarrollo regional y paisajístico, Desarrollo agrícola e industrial tradicional rural, Manejo del agua y restauración fluvial, Desarrollo y Movilidad urbanas, Desarrollo urbano y estaciones de ferrocarril, Transporte de carga, Reintegración de zonas industriales, Estrategias energéticas para pequeñas comunidades, Manejo de desechos radioactivos, Ecoeficiencia y acción empresarial, Preferencias internacionales de inversionistas y Desarrollo de la Nanotecnología¹⁹. El caso en Curso para 2014 estudia la relación entre "Mountain Ecosystems and Global Change", en el Valle del Saas, Región VISP de Suiza.

Hasta el año 2011 el Prof. Scholz estuvo al frente de esta actividad. Los productos resultantes de un Caso de Estudio son variados. En primer lugar son importantes transdisciplinariamente los resultados prácticos, probadamente sostenibles en cuanto a la solución de problemas reales. Se produce además un proceso formativo estudiantil con herramientas cognitivas de alto nivel que implica una preparación para enfrentar casos de la vida real. También se aporta al conocimiento de la realidad y al desarrollo de la ciencia con documentación científica, tales como libros, monografías e informes de investigación, según sea el caso. Cada uno de los Casos tiene su paquete de publicaciones e informes donde es posible estudiarlos a fondo y adentrarse en las metodologías y enfoques utilizados en esta integración de academia e investigación para la solución sostenible de problemas sociales.

Es de destacar la diversidad de actores sociales y de disciplinas científicas incidentes en cada caso. Como ejemplo de ello se menciona el caso de estudio desarrollado en 1994 sobre Agricultura Sostenible, en el que participaron 104 estudiantes, de ellos 102 de la Maestría en Ciencias del Ambiente y dos de Ingeniería Ambiental. Como tutores de los trabajos, participaron nueve docentes de la ETH y 9 de otras instituciones. Se trata de un magnífico ejemplo acerca de cómo actuar en la Universidad haciendo más aprendizaje que enseñanza y a la vez hacer ciencia y resolver problemas sociales significativos. Lamentablemente la mayor parte de nuestras universidades no están preparadas aún para este tipo de actuación.

La experiencia integral acumulada desde 1994 permitió en el 2002, publicar el ya mencionado Manual resumen sobre la metodología de estudio de casos integrales y más tarde en el 2012 el excelente libro escrito por el Prof. Scholz, titulado "Alfabetización ambiental en Ciencia y Sociedad, del Conocimiento a las Decisiones" muy conceptual y analítico, a fin de aportar nuevas facetas acerca de cómo se transita de la caracterización de los problemas a la operacionalización de las decisiones para el manejo de la Transdisciplinariedad²⁰.

5. La universidad y la educación transdisciplinaria

Según M. Hammer (1993), *"El problema de las universidades en todo el mundo es que es que están entrando en el siglo XXI con estrategias diseñadas a finales del siglo XIX que tuvieron una discutible validez en el Siglo XX..."*²¹.

La UNESCO tiene muy claras sus metas para la educación del futuro. Según ella *"se requiere de una dirección estratégica y de un perfeccionamiento continuo de la gestión universitaria.... La Educación Superior necesita una nueva visión*

interdisciplinaria y una concepción sistémica del mundo, pensando globalmente y actuando localmente.....Debe realizar investigación-desarrollo: (es decir, organizarse en función de la solución de problemas sociales),....Debe revalorizar la función docente y transformar los métodos de enseñanza.... Debe cambiar sus estructuras académicas, sus formas de administrarse y sus formas de financiamiento..... Debe utilizar la calidad como factor multidimensional.”²²

Una estrategia Básica para lograr lo anterior es la Integración de las misiones sustantivas: Formación de pre y postgrado, Investigación y Extensión deben acercarse a todos los niveles en el proceso diario de lograr “**efectividad integrada**”.

Otro aspecto del problema es el de lograr un aprendizaje activo, que se está llamando metacognitivo, aplicando concepciones integrativas de los problemas de la Ciencia, la Tecnología el Ambiente y la Sociedad.²³ En esta concepción los estudiantes deben ser entrenados para conceptualizar, plantearse interrogantes, tomar decisiones, solucionar problemas de la vida real, todo ello con un pensamiento sistémico integrativo, poniendo a trabajar juntas para ello las disciplinas de la universidad. El Gráfico 5 muestra resumidamente esta tendencia.

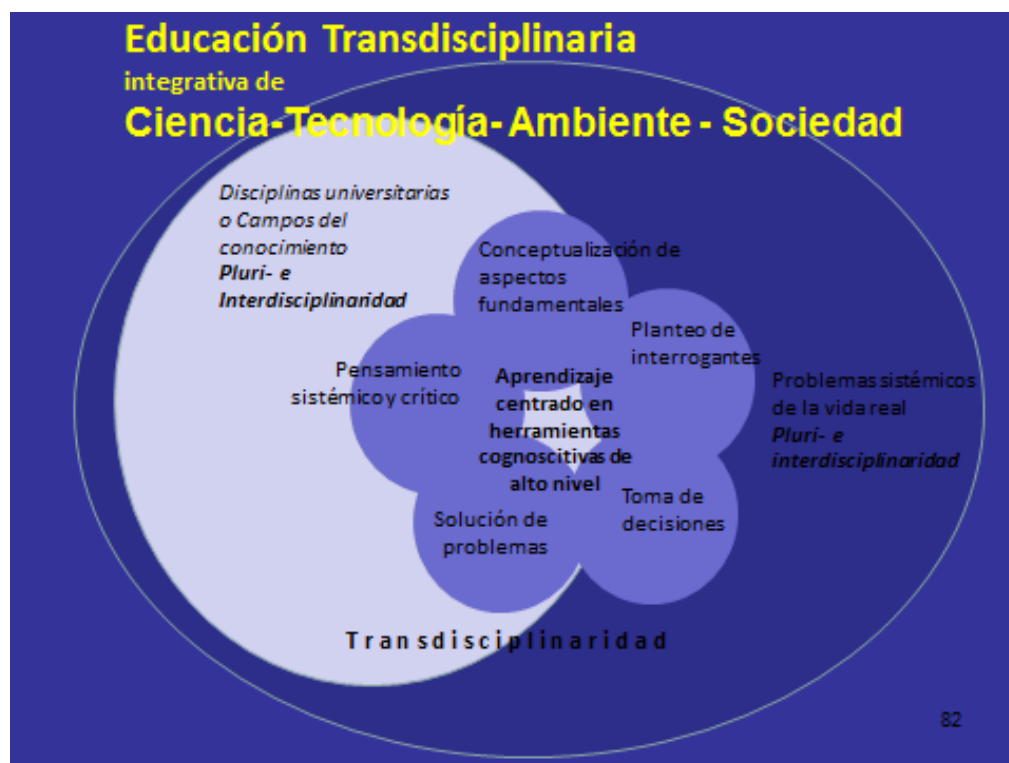


Gráfico 5 Modelo sobre educación transdisciplinaria

Se debe colegiar con la Sociedad local lo que se va a investigar, des-sectorizando los objetivos. La transformación a lograr debe ser un proceso local y original, multifactorial y multisectorial, enfocado en sistema, que requiere de continuas iteraciones y retroalimentaciones, basado en la **participación integrada** de **actores internos y de la Sociedad** con un enfoque de ciclo de vida.

Comienza a dibujarse la tendencia internacional de que las estructuras organizativas e institucionales, de integración y aplicación del conocimiento, sean horizontales o transversales, por problemas, multi, inter y transdisciplinarias. Las estructuras de la producción científica universitaria van siendo verticales, integrando niveles de pregrado y postgrado a la solución de los problemas. Lo anterior implica la formación previa de los docentes en esta nueva manera de hacer educación, para lo cual ellos mismos deben desarrollar primero las correspondientes capacidades.

Algunos cambios de paradigmas en la educación e investigación ambientales*	
Investigación y Desarrollo científico y tecnológico	
De	A:
Crecimiento tecnológico, económico y social a cualquier costo	Desarrollo sostenible
Aumento de la brecha competitiva entre países, naciones y sociedades	Reducción de la brecha colaborativa/cooperativa y la polarización
Deseos de las personas	Necesidades de las personas
Correctivo	Preventivo
Reduccionismo; Trabajo con componentes aislados "in vitro", altamente controlados y descontextualizados.	Sistemas complejos "in vivo", no controlados
Compartimentación	Amplio, Extenso, Holístico
Descriptivo; como es aquí y ahora	Preferencia de modelos y modelación predictiva
Disciplinaria	Orientación a la solución de problemas, sistémico, transdisciplinaridad interna y cruzada
Factibilidad tecnológica	Factibilidad social y económica
Busqueda científica "per se"	Socialmente medible y responsable, ambientalmente adecuada
Desarrollo tecnológico "per se"	Desarrollo y asesoría con tecnología integrada
Convergente y autocentrado	Divergente, interactiva/reflectiva/adaptativa y relacionada a diferentes marcos de referencia
Ciencia, Tecnología y Educación Ambiental en Ingeniería	
DE:	A:
Enseñar	Aprender
Enseñanza algorítmica mediante herramientas cognitivas de bajo nivel	Aprendizaje mediante herramientas cognitivas de alto nivel
Pensamiento reduccionista	Pensamiento sistémico y lateral
Manejo de asuntos aislados o de sistemas cerrados	Manejo de sistemas complejos y abiertos
Enseñanza disciplinar: Física, Química, Biología	Enseñanza interdisciplinaria
Conocimiento, reconocimiento y aplicación de hechos y algoritmos para la solución de ejercicios y tareas	Aprendizaje conceptual para la solución de problemas y transferencia de soluciones
Impartición de conocimientos para conocer	Desarrollo de herramientas cognitivas de alto nivel para un quehacer eficiente
Ciencia y Tecnología "per sé" (manejando el desarrollo ambiental /sostenible)	Educación integrativa entre ciencia y ciencias sociales en un contexto de Ciencia-Tecnología-Ambiente y Sociedad
Instrucción centrada en el maestro, autoritaria y frontal	Aprendizaje en equipo orientado a la investigación y al mundo real, centrado en el estudiante
* (Traducido de Zoller and Scholz, 2003)	

TABLA 2 Nuevos paradigmas en la educación ambiental

Para terminar se ha presentado un Cuadro con algunos cambios de paradigmas en la educación e investigación ambientales para llevarla a la metacognición y la Transdisciplinaridad, validos en general, propuestos por Zoller y Scholz en el 2004.

Conclusión

Imaginar la ciudad, significa recordarla aunque sea a través sus imágenes arquetípicas e idealizadas, por ejemplo: una pareja bailando tango en una calle de Buenos Aires, un juego de pelota en la playa de Ipanema, un mariachi en la Plaza Garibaldi, una procesión en La Antigua, Guatemala; en fin, algunos de los elementos culturales y espaciales básicos particulares e identitarios, si a esto sumamos las imágenes de la cotidianidad configuramos los ingredientes para la construcción de nuestros paisajes locales, todos son actividades humanas, referidas a lugares, espacios y entornos con significados. Así, la ciudad hace coexistir en ritmo acelerado un montaje efervescente de representaciones culturales de distintas épocas). Así el concepto de “*imaginario urbano*” de Canclini (1999) viene a explicar todas aquellas relaciones que no surgen de una interacción real, inmediata y física en la ciudad, sino de las relaciones psíquicas que se realizan con el entorno mediante el uso de la imaginación. La ciudad que se recuerda y se vive mentalmente a través de la mágica relación de pertenencia a un lugar.

¿Cómo debe enfrentarse el diseñador urbano al entorno actual? y ¿cómo diseñar para ese nuevo contexto heterogéneo? Si bien la imagen urbana es la ultima capa visible de ese pastiche urbano, es necesario comprender y desglosar los componentes de su construcción para identificar los puntos clave que pueden corregirse y desencadenar un reordenamiento de los componentes que de una manera definitiva y correctiva puedan servir como medidas correctivas permanentes y no temporales a determinada situación urbana.

Hoy día se habla de “repoblamiento de la ciudad de San José”, es una alternativa viable para devolverle la vitalidad a la capital de Costa Rica, pero no obstante surgen una serie de interrogantes especialmente si piensa en las causas por las cuales la ciudad se despobló, o bien en el tipo de poblador que la habitara. Pero ¿Tiene Costa Rica una cultura urbana lo suficientemente madura como para habitar masivamente las ciudades con soluciones arquitectónicas para edificios de vivienda vertical popular? Diseñamos para mejorar el nivel y calidad de vida del que habita la arquitectura y del que habita la ciudad. Diseñar responsablemente no implica la genialidad de las corrientes de vanguardia que se generan en contextos ajenos al nuestro, donde sus problemas, sus recursos económicos, condiciones ambientales y herencias culturales son diferentes.

Iniciar un proceso proyectual, necesariamente implica el conocimiento del contexto donde se realizara el diseño. Pensar en diseñar una obra arquitectónica de manera aislada es egoísta e irresponsable. Contextualizar nuestros procesos de diseño, se refiere también a que debemos tener en cuenta las determinantes propias de la situación-problema o las condiciones materiales del entorno inmediato. No se trata tampoco de caer en un *contextualismo* y asumir la identidad material de entorno como fuente de referencias (de geometría, organización o imagen) para dar la forma final al proyecto, de hacerlo así estaríamos copiando el entorno existente tal cual, sin ningún aporte sustancial al entorno arquitectónico del lugar. En lugar de eso se

propone conocer en su sentido más amplio el mundo de los imaginarios, donde el conocimiento de la materia arquitectónica provee imágenes, formas, ideas y criterios de diseño. Analizar la imagen urbana permite la posibilidad de comprender como se construye y abre nuevas alternativas para incorporar o suprimir variables que estén en común acuerdo con el momento que viva la ciudad. Así, las ideas que en este documento se plantean, pretenden hacer un llamado a la reflexión sobre la importancia y revalorización de todos aquellos componentes del diseño de nuestra imagen urbana, con las que convivimos en el día a día y que forman parte de nuestra identidad latinoamericana crudamente realista, pero rica en imaginarios mágicos.

REFERENCIAS

- Godet, Michel y Durance, Philippe (2007). *Prospectiva Estratégica: problemas y métodos* —Cuaderno de Lipsor nº 20, Segunda edición. París: Laboratoire d'Investigation Prospective et Stratégique.
- Hirsch Hadorn, Gertrude et al, Editors (2008). *Manual de Investigación Transdisciplinaria (Handbook of Transdisciplinary Research)*. Zürich: Edit. Springer.
- Leou, Mary et al (2006). Using 'HOCS-Centered Learning' as a Pathway to Promote Science Teachers' Metacognitive Development. *Science-Research in Science Education*, 36. Springer.
- Revital, Tal. et al (2001). Assessing conceptual change of techers involved in STES education and curriculum devleopment—the STEMS project approach. *International Journal of Science Education*, VOL. 23, NO. 3. Taylor & Francis Ltd.
- Scholz, Roland W. (2011). *Environmental Literacy in Science and Society. From Knowledge to Decisions*. Cambridge University Press.
- Thompson Klein, J. et al(2002): *Transdisciplinarity: Joint Problem Solving 2 among Science, Technology and Society*. Alemania: Birkhauser.
- Unesco (2009). *Conferencia mundial de Educación Superior*. París.
- Van Hauwermeiren, Saar (1998). *Manual de Economía Ecológica*. Chile, Instituto de Ecología Política.
- Vester, Frederic (2000). *Die Kunst vernetzt zu denken. Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität. The new Report to the Club of Rome*. Múnich: Edit DTV.
- Vester, Frederic (2002). *The Sensivity Model. The Computerized System-Tools for a New Management of Complex Problem*. Múnich: Frederic Vester GmbH.
- Zoller, U. y Scholz, R.W. (2004). The HOCS paradigm shift from disciplinary knowledge (LOCS) – to interdisciplinary evaluative, system thinking (HOCS): what should it take in science–technology–environment–society oriented courses, curricula and assessment?. *Water Science and Technology*, Vol 49 No 8. Compañía Publicitaria IWA.

Notas

¹ Ver la página web <http://www.PAUDO.THEMATIC.NETWORK-RED.TEMATICA.PAUDO.htm>.

² Ver la Conferencia de Frederic Vester, uno de los padres de la Biocibernética, en el Congreso EUROSIM del 2001 en la Universidad de Delft "Simulating complex systems as sustainable organization by transparent sensitivity models". La traducción es personal. Para más información visitar los sitios web <http://www.frederic-vester.de/> o <http://www.sensitivity-model.com/>.

³ Ver la Conferencia Plenaria de Edgard Morin sobre Ética y Globalización dictada en el marco del Seminario Internacional "Los Desafíos Éticos del Desarrollo". Buenos Aires, 2002.

⁴ Ver el artículo de Edgard Morín, "Por una reforma del pensamiento" en la Revista Correo de la Unesco, de febrero de 1996, p.10-14.

⁵ Ver el Prólogo escrito por Federico Mayor al libro de Edgar Morin : "Los siete saberes necesarios a la educación del futuro". UNESCO, París, octubre de 1999.

⁶ Ver el excelente Manual de Economía Ecológica, de Saar Van Hauwermeiren, preparado para el Instituto de Economía Ecológica de Chile, en 1998.

⁷ Ver al respecto, de Funtowicz, S. y Ravetz, J. los siguientes trabajos: (1996) "La ciencia postnormal: la ciencia en el contexto de la complejidad" en Ecología Política, Nº12, Barcelona; (1994) "The worth of a songbird: ecological economics as a post-normal science" en Ecological Economics Nº 10; (1993) "Science for the post-normal age" en Futures, Vol 35 sept 1993 y (1993) Epistemología política – Ciencia con la gente, Centro Editor de América Latina, Buenos Aires.

De Funtowicz, S. por separado, ver (1995): "Ciencia y Estado. Incertidumbre ante los riesgos ambientales", en Tierra Amiga Nº 40, noviembre 1995. Sin autor referencian otro trabajo: (1992) "Gestión de riesgos ecológicos y la noción de ciencia postnormal", en Ecología Política Nº 4, Barcelona.

⁸ Ver el artículo de Funtowicz, S. y Ravetz, J. (2008) Values and Uncertainties, en el Manual de Investigación Transdisciplinaria (Handbook for Transdisciplinary Research), Edit. Springer, Zurich.

⁹ Ver el libro publicado en el 2002 bajo la dirección de Julie Klein Thompson con los resultados del mencionado evento.

¹⁰ Ver la mencionada conferencia del Prof. Vester sobre el Modelo de Sensitividad. Opus Cit en nota al pie ii.

¹¹ Ver Opus Cit. de Vester (2001) en nota al pie ii.

¹² Ver los folletos divulgativos al respecto del Modelo de Sensitividad preparados por el Centro de Management Malik, de Saint Gallen, Suiza, a partir del 2003.

¹³ Ver el folleto divulgativo original de Frederic Vester sobre su Modelo de Sensitividad en <http://www.frederic-vester.de>.

¹⁴ Ver el libro de Frederic Vester el "Arte de pensar interconectado. Ideas y herramientas para una nueva relación con la Complejidad", publicado por primera vez en 1999.

¹⁵ Ver la edición del 2007, del libro de Michel Godet y Philippe Durance: Prospectiva Estratégica: problemas y métodos. La ventaja de las herramientas informáticas desarrolladas por los franceses al respecto estriba en que pueden ser utilizadas libres de costo.

¹⁶ Ver el libro "Métodos de Casos Integrados de Estudio. Integrando el Conocimiento Cuantitativo y Cualitativo " de Roland Scholz, el cual sirve de base general para todo el trabajo al respecto.

¹⁷ Ver <http://www.uns.ethz.ch/edu/index>

¹⁸ Ver Scholz, Opus Cit. pág. 26.

¹⁹ Para mayor información al respecto consultar la página web http://www.uns.ethz.ch/translab/cs_former.

²⁰ Ver el último libro de Roland Scholz (2011), Alfabetismo Ambiental en Ciencia y Sociedad, en el cual se enfatiza la integración de saberes o conocimientos y los procesos transdisciplinarios como base para entender los sistemas complejos humano-ambientales.

²¹ Tomado de un comentario de Michael Hammer, fundador de la Re-Ingeniería.

²² Ver Declaraciones de las Conferencias mundiales de Educación Superior en 1998 y 2009.

²³ Al respecto de este desarrollo de la educación metacognitiva centrada en un ambiente de Ciencia, Tecnología, Ambiente y Sociedad existe mucha información. Uri Zoller, de la Universidad de Haifa en Israel ha presentado, entre el 2001 y el 2006, junto a docentes de Israel, Suiza y Estados Unidos tres artículos internacionales donde es posible captar la evolución y características en dicho enfoque. Ver Revital T. Tal, Yehudit J. Dori, Shoshana Keiny y Uri Zoller. (2001); U. Zoller and R.W. Scholz. (2004) y Mary Leou, Pamela Abder, Megan Riordan and Uri Zoller. (2006).